

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ХРУСТАЛИКОВ У НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В РЕГИОНАХ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ВСЛЕДСТВИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ НА СЕМИПАЛАТИНСКОМ ПОЛИГОНЕ**

**Александр Сергеевич МАКОГОН<sup>1</sup>, Анатолий Владимирович КОЛБАСКО<sup>2</sup>, Владимир Борисович КОЛЯДО<sup>3</sup>, Игорь Борисович КОЛЯДО<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ГУЗ Краевая офтальмологическая больница  
656002, г. Барнаул, ул. Советская, 8

<sup>2</sup>ГОУ ДПО Новокузнецкий институт усовершенствования врачей Росздрава  
654005, г. Новокузнецк, пр. Строителей, 5

<sup>3</sup>НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН  
654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, 23

<sup>4</sup>КГУ Научно-исследовательский институт региональных медико-экологических проблем  
656049, г. Барнаул, ул. Папанинцев, 126

Проведено общепринятое стандартное офтальмологическое обследование, а также объективное Шайм-флюг-исследование состояния хрусталиков у населения Алтайского края, проживающего в регионах, подвергшихся радиационному воздействию вследствие проведения испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне. Обнаружены признаки преждевременного старения органа зрения обследованных людей, родившихся и постоянно проживающих до момента обследования на «загрязненной» территории с эффективной дозой более 250 мЗв, что может быть следствием влияния радиационного загрязнения территории проживания на здоровье данной группы лиц.

**Ключевые слова:** Семипалатинск, испытания ядерного оружия, исследование хрусталика.

Действие ионизирующей радиации на живой организм интересовало мировую науку с момента открытия и первых же шагов применения радиоактивного излучения. Это не случайно, так как с самого начала исследователи столкнулись с его отрицательными эффектами. Так, в 1895 году помощник Рентгена В. Груббе получил радиационный ожог рук при работе с рентгеновскими лучами, а французский ученый А. Беккерель, открывший радиоактивность, — сильный ожог кожи от излучения радия [1].

Клинические исследования воздействия радиации на человека ведутся многие годы [2]. Известно, что радиобиологические эффекты состоят из двух групп — детерминированных и стохастических.

Детерминированными эффектами (соматическими) называют неизбежные, закономерные патологические состояния, возникающие при облучении большими дозами, в отношении которых предполагается существование порога. Они подразделяются на ближайшие последствия (острая, подострая и хроническая лучевая болезнь; локальные лучевые повреждения: лучевые ожоги кожи, лучевая катаракта и сте-

рилизация) и отдаленные последствия (радиосклеротические процессы, радиоканцерогенез, радиокатарактогенез и прочие).

Стохастическими эффектами называют вредные биологические эффекты излучения, не имеющие дозового порога возникновения. В соответствии с общепринятой консервативной радиобиологической гипотезой любой сколь угодно малый уровень облучения обуславливает определенный риск возникновения стохастических эффектов.

Стохастические эффекты — это вероятностные эффекты, возникающие при облучении, в основном малыми дозами. Они делятся на соматико-стохастические (лейкозы и опухоли различной локализации), генетические (доминантные и рецессивные генные мутации и хромосомные aberrации) и тератогенные (умственная отсталость, пороки развития, риск возникновения рака и генетических эффектов облучения плода) [3, 4].

Многие годы внимание общественности и исследователей привлекает проблема воздействия радиации на организм человека, в частности — на орган зрения.

*Макогон А.С.* — зав. офтальмологическим отделением, e-mail: altai\_glaz@mail.ru

*Колбаско А.В.* — ректор, д.м.н., проф. каф. офтальмологии, e-mail: postmaster1@ngiuv.ru

*Колядо В.Б.* — рук. лаб. проблем охраны здоровья сельского населения, д.м.н., проф., e-mail: ozizagmu@agmu.ru

*Колядо И.Б.* — директор, канд.м.н., e-mail: igor@biomed.altai.su

Помутнение хрусталика у людей, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения, интересно в плане исследования потому, что именно хрусталик является наиболее восприимчивым к воздействию радиации. [5, 6]. Аварии на реакторах и радиоактивных производствах, диагностические и лечебные процедуры с использованием ионизирующего излучения, техногенные воздействия могут приводить к лучевой нагрузке на орган зрения [7, 8].

Имеются исследования развития «лучевых» катаракт как ближайшего детерминированного эффекта воздействия ионизирующего излучения [9], которые показали, что при дозах ниже 2 Гр «лучевые» катаракты не развиваются.

Есть научные исследования радиокатарактогенеза, которые, оценивая данные Miller et al [10] по пережившим атомную катастрофу в Нагасаки и Хиросима с точки зрения отдаленных последствий детерминированного эффекта воздействия радиации на организм человека предполагают, что пороговая доза, вызывающая «лучевую» катаракту, составляет 1,5 Гр [11].

Некоторые исследователи считают, что помутнение хрусталика больше не может считаться, как ранее, чисто детерминированным последствием облучения, т.к. прослеживается связь увеличения количества «возрастных» катаракт как стохастических эффектов у населения, подвергшегося длительному воздействию малых доз облучения [12]. Поэтому само наличие пороговой дозы воздействия радиации на орган зрения остается под вопросом.

В доступной литературе мы не нашли достаточного количества научных исследований на тему длительного влияния малых доз радиации на орган зрения (в частности, изучения помутнения хрусталиков как проявления стохастических эффектов). Это обстоятельство побудило нас к проведению данного исследования.

Цель работы — исследование состояния хрусталиков у населения Алтайского края, проживающего в регионах, подвергшихся радиационному воздействию вследствие проведения ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне.

#### **Материал и методы**

На базе КГУ НИИ региональных медико-экологических проблем г. Барнаула сформирован регистр лиц, жителей Алтайского края, под-

вергшихся радиационному воздействию вследствие ядерного испытания 29 августа 1949 года на Семипалатинском испытательном полигоне. В течение нескольких лет у этих людей изучаются отдаленные последствия испытаний на состояние здоровья [13], в том числе и влияние на орган зрения.

Алтайский край — наиболее близко прилегающая к испытательным площадкам Семипалатинского полигона территория Российской Федерации (расстояние до ближайших населенных пунктов по прямой составляет 150–170 км от эпицентра ядерного испытания 29 августа 1949 года).

В связи с этим с 1999 по 2001 гг. в рамках сопровождения федеральной целевой программы «Семипалатинский полигон — Алтай», КГУ НИИ региональных медико-экологических проблем совместно с ГУЗ Краевая офтальмологическая больница (г. Барнаул), проведено углубленное офтальмологическое обследование населения сел Алтайского края, которые лежат по следу радиоактивного загрязнения территории, произошедшего в результате ядерного испытания на Семипалатинском полигоне 29 августа 1949 г.

Реконструкция доз облучения позволила разделить весь контингент обследованных на две группы: основную (экспонированную) — 400 человек, родившихся и постоянно проживающих до момента обследования на «загрязненной» территории с эффективной дозой более 250 мЗв, и контрольную (не экспонированную) — 283 человека, родившихся и постоянно проживающих в населенных пунктах вне зоны значимого радиационного воздействия с эффективной дозой менее 50 мЗв, находящихся в непосредственной близости от выбранных пострадавших сел.

Из числа отобранных случаев в основную (экспонированную) группу исследования было включено 164 ( $41 \pm 2,46\%$ ) мужчины и 236 ( $59 \pm 2,46\%$ ) женщин.

Контрольная (не экспонированная) группа исследования была сформирована методом направленного отбора с уравниванием по основным признакам: пол, возраст. Из числа отобранных случаев ее составили 107 ( $38 \pm 2,43\%$ ) мужчин и 176 ( $62 \pm 2,43\%$ ) женщин (табл. 1), статистически значимых различий по основным демографическим характеристикам обследованных основной и контрольной групп не наблюдалось.

По общепринятым стандартным методикам всем группам был проведен следующий объем офтальмологических обследований: визоме-

Таблица 1

Сравнительная характеристика основной и контрольной групп исследования по поло-возрастным признакам (%)

Признаки		Группы исследования			
		Основная		Контрольная	
		Р	m	Р	m
Пол	Мужчины	41	2,46	38	2,89
	Женщины	59	2,46	62	2,89
Возраст, лет	До 40	32,34	2,34	31,13	2,75
	41–50	44,56	2,49	45,23	2,96
	51–60	13,61	1,71	12,87	1,99
	61 и более	9,49	1,47	10,77	1,84

трия, определение ближайшей точки ясного зрения, определение объема аккомодации, периметрия, биомикроскопия, тонометрия, скиаскопия, осмотр глазного дна, гониоскопия (по показаниям).

Поскольку хрусталик относят к наиболее чувствительным к ионизирующему излучению тканям глаза, нами было проведено объективное исследование состояния хрусталиков с помощью системы Шаймфлюга.

Работа системы основана на принципе, разработанном австрийским капитаном флота Теодором Шаймфлюгом (Theodore Scheimpflug). Он использовал его для изготовления географических карт. По этому принципу какая-нибудь поверхность может быть изображена с большой четкостью глубины, если плоскости изображения предмета и объектива встречаются на одной линии, то есть их проекции пересекаются в одной точке. Если условия Шаймфлюг-фотографии выполнены, то изображение хрусталика на плоскости, которую освещает щелевая лампа, получается с четкостью глубины.

При исследовании помутнений в хрусталике с помощью щелевой лампы велико значение субъективного фактора. Шаймфлюг-техника с использованием компьютерной денситометрии оптических срезов хрусталика, напротив, позволяет производить измерения абсолютно объективно. С помощью высокочувствительной камеры получают четкие фотографии поперечного среза хрусталика (рис. 1). Эти картины оцифровываются и могут быть проанализированы в любой удобный момент времени. Кроме того, на Шаймфлюг-фотографии визуально видны патологические изменения хрусталиков (рис. 2).

В ходе проведенных исследований получено более 9500 снимков хрусталиков.

Для оценки достоверности результатов исследования вычислялись относительные величины и их ошибки репрезентативности (m). Достоверность различия относительных величин (p) определяли по таблице распределения Стьюдента в зависимости от коэффициента достоверности (t) и числа степеней свободы (v). Значения  $p \leq 0,05$  рассматривали как значимые.

Исследования испытуемых выполнялись неинвазивными методами, без угрозы причинения вреда здоровью. Все исследования проводились с информированного согласия испытуемых и в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной Ассоциации «Этические принципы проведения научных исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ № 226 от 19.06.2003 г.

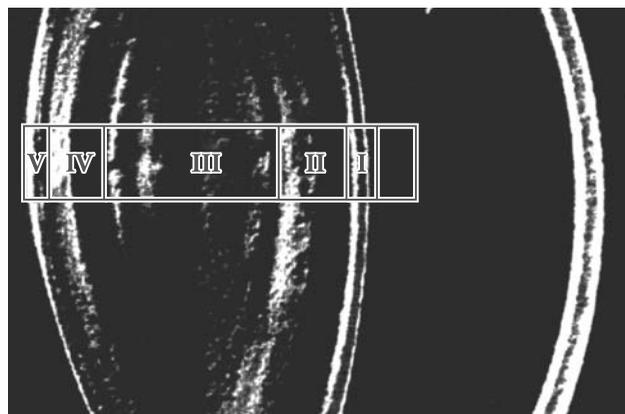
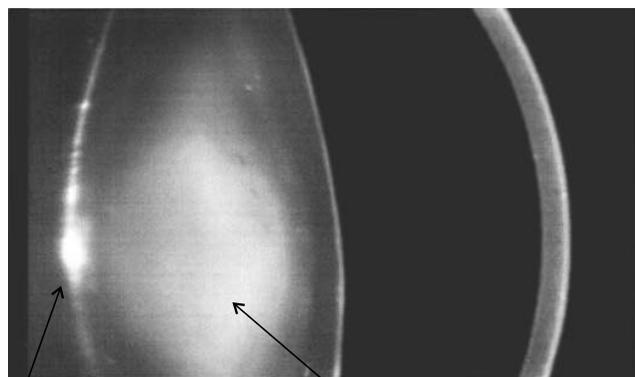
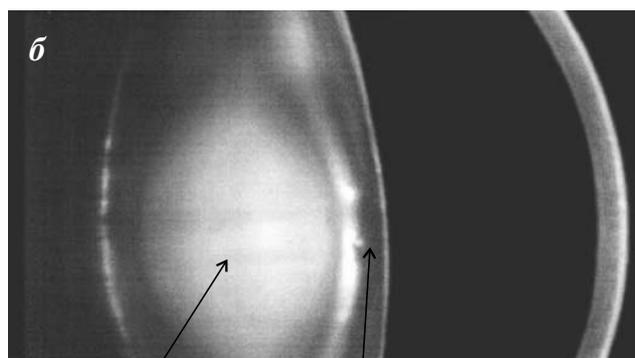


Рис. 1. Основные анатомические структуры нормального хрусталика на Шаймфлюг-фотографии после цифровой обработки (повышения контраста) для улучшения видимости мелких деталей и структур. Выделенная область используется для определения среднего значения помутнения.



Помутнение задней капсулы Помутнение ядра хрусталика



Помутнение ядра хрусталика Помутнение передней коры хрусталика

Рис. 2. Шаймфлюг-фотографии патологически измененных хрусталиков правого (а) и левого (б) глаз женщины из основной группы обследованных.

## Результаты и обсуждение

Проведенный анализ показывает, что имеется достоверная зависимость показателей патологической пораженности заболеваниями органа зрения и его придаточного аппарата населения Алтайского края, проживающего на территориях, подвергшихся радиационному воздействию вследствие выпадения радиоактивных осадков при проведении ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне (табл. 2).

Из таблицы видно, что по некоторым нозологическим формам в классе болезней органа зрения и его придаточного аппарата имеются достоверные статистически значимые различия между основной и контрольной группами обследуемых, к ним относятся болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции (Н49–Н52 по МКБ 10), и болезни хрусталика (Н25–Н28 по МКБ 10).

Предполагая, что выявленные достоверно значимые различия по нозологиям Н25–Н28 и Н49–Н52 являются звеном одного процесса — возрастного изменения хрусталика, с помощью Шаймфлюг-фотографии мы исследовали состояние хрусталиков обследуемых групп (табл. 3). Согласно приведенным данным, лиц, у которых не выявлено

Таблица 2

Патологическая пораженность заболеваниями органа зрения и его придаточного аппарата по нозологиям внутри VII класса болезней (по МКБ 10) (%)

Показатель	Шифр по МКБ-10	Контрольная группа		Основная группа	
		Р	м	Р	м
Болезни век, слезных путей и глазницы	Н00–Н06	34,20	1,99	45,23	1,765
Болезни конъюнктивы	Н10–Н13	8,6	1,18	10,83	1,10
Болезни склеры, роговицы, радужной оболочки и цилиарного тела	Н15–Н22	2,30	0,63	2,95	0,60
Болезни хрусталика	Н25–Н28	221,23	13,72	378,69*	13,54
Болезни сосудистой оболочки и сетчатки	Н30–Н36	68,45	14,52	57,10	12,87
Глаукома	Н40–Н42	21,80	1,74	30,16	1,62
Болезни стекловидного тела и глазного яблока	Н43–Н45	11,54	1,34	12,80	1,18
Болезни зрительного нерва и зрительных путей	Н46–Н48	0,80	0,37	1,35	0,41
Болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции	Н49–Н52	282,80	18,93	427,05*	17,49
Зрительные расстройства и слепота	Н53–Н54	0,32	0,24	0,30	0,19
Другие болезни глаза и его придаточного аппарата	Н55–Н59	4,26	0,85	5,60	0,81

Примечание: Здесь и в таблицах 3, 4 отличие от показателя контрольной группы достоверно: \* — при  $p < 0,05$ .

изменений в хрусталиках, значимо больше в контрольной группе (46,45%) по сравнению с основной (21,53%). Кроме того, имеются значимые достоверные различия в количестве периферических помутнений хрусталиков в основной и контрольной группах обследованных (60,3 и 38,23% соответственно).

Как известно, развитие возрастной катаракты, как правило, начинается с периферических помутнений, причем они встречаются тем чаще, чем старше обследуемые. В связи с этим нами проанализирован характер вышеназванных изменений хрусталика в различных возрастных группах (табл. 4).

Детальный анализ Шаймфлюг-фотографий патологических изменений хрусталиков основной и контрольной групп обследованного населения Алтайского края показал, что относительное количество патологических изменений хрусталика достоверно больше в основной группе обследованных. Количество центральных помутнений хрусталика не имеет достоверно значимых различий, в то же время по количе-

ству периферических помутнений основная и контрольная группы обследованных имеют существенные отличия.

Различные локализации помутнений хрусталика являются важнейшим признаком определенного вида общей патологии хрусталика, называемой катарактой. По локализации помутнений в хрусталике различают ядерную (центральную) и корковую (периферическую) катаракты. Таким образом, полученные и проанализированные данные объективного исследования позволяют сделать вывод о наличии достоверных различий в количестве периферических катаракт в группах обследованного населения Алтайского края. Периферических (корковых) катаракт значимо больше в основной (экспонированной) группе, чем в контрольной, причем они возникают в более молодом возрасте. Такие изменения более характерны для старческой катаракты.

Вместе с тем статистически достоверных различий между количеством центральных помутнений хрусталиков не выявлено (центральные заднеполярные катаракты характерны для истинно лучевых повреждений хрусталика).

Таблица 3

Анализ Шаймфлюг-фотографий помутнений хрусталика в основной и контрольной группах обследованных (%)

Показатель	Контрольная группа		Основная группа	
	Р	п	Р	п
Изменений нет	46,45	2,10	21,53*	1,45
Центральные помутнения	15,32	1,51	18,17	1,36
Периферические помутнения	38,23	2,04	60,3*	1,73

Таблица 4

Характеристика изменений хрусталика по возрастам среди групп обследованного населения (%)

Возраст, лет	Изменений нет		Ленсопатии		Помутнения					
					Центральные		Периферические		Тотальные	
	Контрольная группа	Основная группа								
До 40	17,84	13,00*	18,02	17,75	0,10	0,12	0,10	1,72***	0	0
41–50	10,24	4,75***	5,47	7,12	1,59	1,62	1,23	6,5***	0	0,37***
51–55	9,71	1,87**	1,41	1,12	4,06	4,12	5,65	14,12***	0,17	0,50
56 и более	4,77	1,50***	0	0	7,77	6,00	9,36	16,00*	1,90	1,12

Примечание: отличие от показателя контрольной группы достоверно: \*\* — при  $p < 0,01$ , \*\*\* — при  $p < 0,001$ .

## Выводы

В результате проведенного исследования состояния хрусталиков населения Алтайского края, проживающего в регионах, подвергшихся радиационному воздействию вследствие проведения испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, установлено следующее.

1. Относительное количество патологических изменений хрусталика достоверно больше в основной группе обследованных.

2. Периферических (корковых) катаракт значимо больше в основной (экспонированной) группе по сравнению с контрольной, причем они возникают в более молодом возрасте.

3. Статистически достоверных различий между количеством центральных помутнений хрусталиков не выявлено.

4. В основной и контрольной группах не обнаружено клинических признаков лучевых катаракт.

5. Преждевременное старение органа зрения обследованного населения основной группы (сдвиг рефракции в сторону гиперметропии, более раннее развитие катаракты), дает весомые научные основания для обсуждения возможной прямой взаимосвязи выявленной патологии с радиационным воздействием на население вследствие выпадения радиоактивных осадков при проведении ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне.

## Литература

1. *Тельдешу Ю., Кенда М.* Радиация — угроза и надежда / Пер. со словац. М.Я. Аркина. Под ред. Б.А. Трубникова. М.: Мир, 1979. 414 с.

*Telshedi Yu., Kenda M.* Radiation — threat and hope / Transl. with Slovak. М.Я. Аркина. Ed. В.А. Trubnikov. М.: Mir, 1979. 414 p.

2. *Кузин А.М.* Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы (к проблеме биологического действия малых доз). М.: Атомиздат, 1977. 135 с.

*Kuzin A.M.* Stimulating action radiations on biological processes (to a problem of biological action of small doses). М.: Atomizdat, 1977. 135 p.

3. *Бурлакова Е.Б., Голощанов А.Н., Жижина Г.П., Конрадов А.А.* Новые аспекты закономерностей действия низкоинтенсивного облучения в малых дозах // Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. 39. (1). 26–33.

*Burlakova E.B., Golosyapov A.N., Zizhina G.P., Konradov A.A.* New aspects of laws of action of an irradiation of low intensity in small doses // Radiatsionnaya biologiya. Radioecologiya. 1999. 39. (1). 26–33.

4. *Василенко И.Я.* Радиационные поражения продуктами ядерного деления. // Здравоохранение Белоруссии. 1986. (12). 68–69.

*Vasilenko I.Ya.* Radiating defeats by products of nuclear division // Zdravookhranenie Belorussii. 1986. (12). 68–69.

5. *Sosnovsky S.V., Danilichev V.F., Zybina N.N., et al.* Conditions of eye and parameters of free radical processes in organism in the liquidators after the Chernobyl accident // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2001. 42. (1). 64–72.

6. Ocular radiation risk assessment in populations exposed to environmental radiation contamination / Eds. *A.K. Junk A.K. et al.* Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1999. 69–80.

7. *Эйдус Л.Х.* О едином механизме инициации различных эффектов малых доз ионизирующих излучений // Радиационная биология. Радиоэкология. 1996. 36. (6). 874–882.

*Eidus L.H.* About the uniform mechanism initialization various effects of small dozes radiations // Radiatsionnaya biologiya. Radioecologiya. 1996. 36. (6). 874–882.

8. *Шойгу С.К.* Последствия радиационного воздействия ядерных испытаний на население Алтайского края и меры по его социальной защите. М., 2003. 411 с.

*Shoigu S.K.* Consequences of radiating influence of nuclear tests for the population of Altai territory and measure on his social protection. М., 2003. 411 p.

9. *Merriam G.R., Focht E.F.* A clinical study of radiation cataracts and the relationship to dose // Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med. 1957. 77. 759–785.

10. *Miller R.J., Fujino T., Nefzger M.D.* Lens findings in Atomic bomb survivors. A review of major ophthalmic surveys at the atomic Bomb Casualty Commission (1949–1962) // Arch. Ophthalmol. 1967. 78. 697–704.

11. *Otake M., Schull W.J.* A review of forty-five years study of Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. Radiation cataract // J. Radiat. Res. 1991. 32. (Suppl.). 283–293.

12. *Симонов А.А., Федоров Б.В.* Заболеваемость катарактой в Алтайском крае. // Вестник научной программы «Семипалатинский полигон — Алтай». 1994. (4). 8–14.

*Simonov A.A., Fedorov B.V.* Desease a cataract in Altai territory // Vestnik nauchnoi programmy «Semipalatinsk range — Altai». 1994. (4). 8–14.

13. *Колядо В.Б., Колядо И.Б., Шойхет Я.Н. и др.* Потери здоровья жителей сельских населенных пунктов Алтайского края в зоне влияния ядерных испытания на Семипалатинском полигоне (ретроспективная медико-демографическая оценка). Барнаул, 1998. 328 с.

*Kolyado V.B., Kolyado I.B., Shoichet Ya.N. et al.* Losses of health of inhabitants of village of points of Altai territory in a zone of influence nuclear tests for Semipalatinsk range (a retrospective medical-demographic estimation). Barnaul, 1998. 328 p.

**THE EXAMINATION OF THE STATE OF CRYSTALLINE LENSES OF THE INHABITANTS OF THE ALTAI TERRITORY LIVING IN THE REGIONS SUBJECTED TO THE INFLUENCE OF RADIATION AS THE RESULT OF NUCLEAR WEAPONS TESTING ON THE SEMIPALATINSK RANGE**

**Aleksander Sergeevich MAKOGON<sup>1</sup>, Anatoly Vladimirovch KOLBASKO<sup>2</sup>, Vladimir Borisovich KOLYADO<sup>3</sup>, Igor Borisovich KOLYADO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Regional Ophthalmologic Hospital  
8, Sovetskaya str., Barnaul, 656002*

<sup>2</sup>*Novokuznetsk Institute of Doctors'Improvement Roszdrav  
5, Stroitelei prospect, Novokuznetsk, 654005*

<sup>3</sup>*Research Institute of Complex Problems of Hygiene and Professional Diseases  
23, Kutuzov str., Novokuznetsk, 654041*

<sup>4</sup>*Research Institute of Regional Medical Ecological Problems  
126, Papanintsev str., Barnaul, 656049*

---

Some investigations have been carried out: a generally accepted standard ophthalmologic examination and an objective Schieimpflug-examination of the state of crystalline lenses of the inhabitants of the Altai Territory living in the regions subjected to the influence of radiation as the result of nuclear weapons testing on the Semipalatinsk range. The examination of the inhabitants, born and constantly living before the moment of examination on the «contaminating» territory with the effective doze more than 250 mSv, revealed the symptoms of premature ageing of the organ of sight; it may be the result of the effect of radiation contamination of the territory of living on the health of the given group of persons.

---

**Keywords:** Semipalatinsk, crystalline lens, nuclear weapons testing.

**Makogon A.S.** — Director of ophthalmologic section, e-mail: [altai\\_glaz@mail.ru](mailto:altai_glaz@mail.ru)

**Kolbasko A.V.** — Rector, Doctor of Medicine, professor of the head of ophthalmology, e-mail: [postmaster1@ngiuv.ru](mailto:postmaster1@ngiuv.ru)

**Kolyado V.B.** — Head of the laboratory of the problems of health protection of rural population, Doctor of Medicine, professor, e-mail: [ozizagmu@agmu.ru](mailto:ozizagmu@agmu.ru)

**Kolyado I.B.** — Director, Candidate of Medicine, e-mail: [igor@biomed.altai.su](mailto:igor@biomed.altai.su)